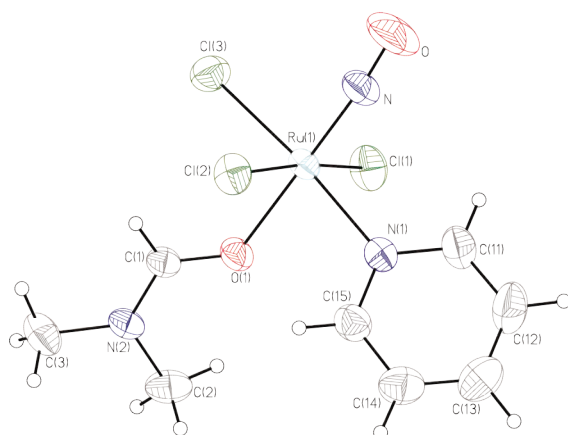
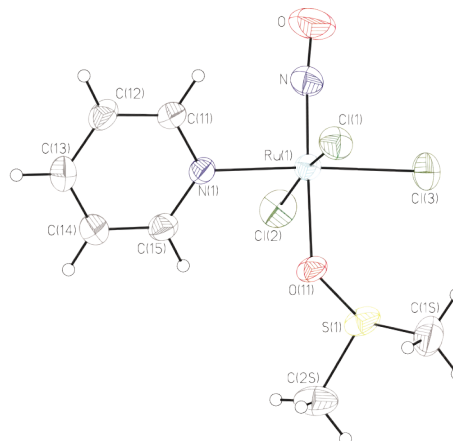


## Секция 1. Химия и химическая технология неорганических веществ и материалов



I



II

При нагревании *гран*-[Ru(NO)Py<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>] с диметилформамидом происходит замещение одной молекулы пиридина и, вероятно, изомеризация комплекса, в результате которой образуется неизвестное ранее соединение I, содержащее координированную молекулу диметилформамида. Соединение I обладает высокой устойчивостью к нагреванию и действию кислот, вследствие чего вызывает интерес для дальнейшего изучения соединений такого типа, т.к. прочность образующейся связи с ДМФА возможно позволит функционализировать поверхности, содержащие амидные группы нитрозокомплексами рутения.

Мы предположили, что подобные соединения могут образовываться с другими кислород-

содержащими лигандами, такими как ДМСО. В ходе работы были проведены два параллельных эксперимента, в одном из которых *гран*-[Ru(NO)Py<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>] нагревали в ДМСО, в другом – в растворе ДМСО с добавлением ДМФА (в пропорции 9:1). Методами РФА, <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ЯМР- и ИК-спектроскопии было установлено что, в первом случае замещения лигандов не происходит, во втором случае образуется соединение II, содержащее координированную молекулу ДМСО.

В результате работы были разработаны методики синтеза *ос*-[Ru(NO)Py(DMF)Cl<sub>3</sub>] (I) и *ос*-[Ru(NO)Py(DMSO)Cl<sub>3</sub>] (II) с выходами ~70%. Строение соединений было установлено методом рентгеноструктурного анализа.

## Список литературы

1. Cech T.R., Bennett D., Jasny B., Kelner K.L., Miller L.J. // *Science*, 1992.– Vol.258.– P.1861.
2. Hartinger C.G., Jakupec M.A., Zorbas-Seifried S., Groessl M., Egger A., Berger W., Zorbas H., Dyson P.J., Keppler B.K. // *Chemistry & Biodiversity*, 2008.– Vol.5.– P.2140–2155.
3. Tfouni E., Truzzi D.R., Tavares A., Gomes A.J., Figueiredo L.E., Franco D.W. // *Nitric Oxide*, 2012.– Vol.26.– P.38–53.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Н.Д. Сашко, Д.О. Перевезенцева

Научный руководитель – к.х.н., доцент Е.А. Вайтулевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, rhodamine@tpu.ru

В последнее время материалы на основе наночастиц серебра (AgNs) широко применяются в электронной, оптической промышленности, а также в области фармакологии, косметологии, медицины, где они играют важную роль в качестве субстратов для синтеза, каталитических ма-

териалов, датчиков, проводников, антимикробных покрытий. Известно, что свойства AgNs определяются их размерами, формой, составом, площадью, структурой поверхности. Любой из этих параметров можно контролировать условиями синтеза AgNs.

В данной работе исследовано влияние стабилизирующей добавки полиэтиленгликоля (ПЭГ) на процессы окисления и агрегации AgNs.

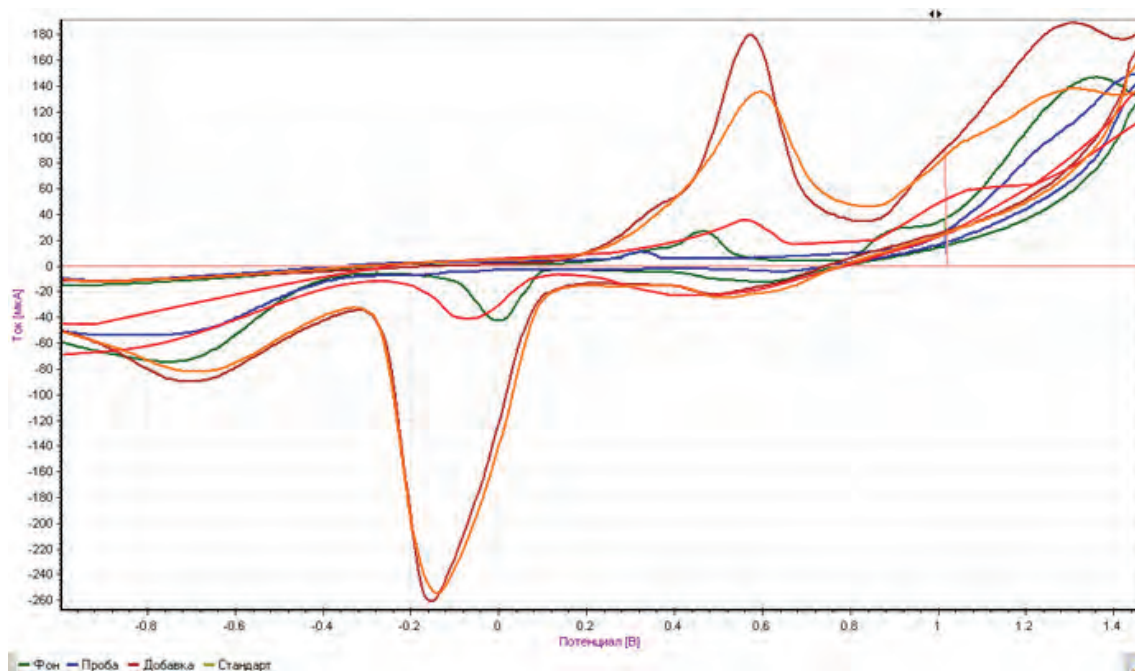
AgNs получали цитратным методом при мольных отношениях  $[Ag]:[C_6H_5O_7^{3-}] = 1:1, 1:3, 1:5$  в отсутствии и присутствии 0,1% ПЭГ. Для управления размером и формой образующихся AgNs на разных стадиях синтеза вводили ПЭГ, применяли: облучение системы видимым светом или ее нагревание, варьируя температуру.

Физико-химические свойства AgNs определяли методами циклической вольтамперометрии (ТА-2), спектрофотометрии (Cary 100).

Для контроля электрохимических свойств полученных AgNs использовали метод вольтамперометрии. В первой серии экспериментов было изучено электрохимическое поведение AgNs в присутствии ПЭГ от мольного соотношения реагентов. Наибольший электрохимический сигнал проявляют AgNs 1:5, полученные в избытке восстановителя (рис. 1, коричневая кривая), это обусловлено наличием большого количества ионов  $Ag^+$  в золе Ag.

ее нагревания, затем ПЭГ (рис. 1, зеленая кривая) в 1,1 раз ниже, чем AgNs, полученных при введении реагентов в обратном порядке (красная кривая). Также было показано, что электрохимический сигнал AgNs, полученных при облучении системы видимым светом (оранжевая кривая) в 6,4 раза выше, чем при нагревании, его потенциал наблюдается при  $E_a = 0,55$  В. Потенциал анодного максимума AgNs, полученных при нагревании реакционной смеси, смещается в область более отрицательных потенциалов на 100 мВ, относительно облученных AgNs. Это указывает на образование наиболее стабильных оксидов серебра [1].

Для описания устойчивости золь Ag использовали метод оптической спектрофотометрии. Во всех оптических спектрах наблюдаются полосы поглощения с максимумом  $\lambda_{max}$  в области 400–410 нм, что соответствует плазмонному резонансу AgNs с размерами 5–25 нм, и согласуется с данными просвечивающей электронной микроскопии. Интенсивность полосы поглощения AgNs после нагревания меньше,



**Рис. 1.** Циклические вольтамперограммы AgNs, полученных в присутствии ПЭГ в разных условиях: при мольном соотношении реагентов  $[Ag]:[C_6H_5O_7^{3-}] = 1:1$  – синяя, 1:3 – зеленая, 1:5 – коричневая, при введении первого реагента ПЭГ – красная, при облучении – оранжевая. Условия: 0,1 М NaOH,  $w = 100$  мВ/с

Установлено, что электрохимический сигнал AgNs зависит от порядка введения ПЭГ. Электрохимический сигнал AgNs, полученных при введении в систему сначала восстановителя,

чем при облучении, что связано с увеличением размера частиц, а также их агрегацией. На спектрах AgNs наблюдается сдвиг  $\lambda_{max}$  полосы поглощения в более длинноволновую область (на

6 нм) как при увеличении концентрации восстановителя, так и при облучении системы светом, а также при введении ПЭГ перед цитратом натрия, что говорит об укрупнении частиц. Одновременное увеличение интенсивности спектра свидетельствует об увеличении количества AgNs.

### Список литературы

1. Bansal V., Li V., O'Mullane A.P. and other *Shape dependent electrocatalytic behaviour of silver nanoparticles. // CrystEngComm., 2010.–*

*Vol.12.– P.4280–4286.*

## ПРАКТИКА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПЛАТИНЫ ИЗ РАСТВОРОВ И ТВЕРДОГО СЫРЬЯ СЛОЖНОГО СОСТАВА

А.В. Сиротина

Научный руководитель – к.х.н, начальник отдела материаловедения И.Г. Ефремов

ФГУП «Горно-химический комбинат»

г. Железногорск, ул. Ленина 58а, каб. 22, [bondin@mcc.krasnoyarsk.su](mailto:bondin@mcc.krasnoyarsk.su)

На ФГУП «ГХК» проводились работы по нанесению платины на титановое изделие (анод) сложной формы. В результате проведения данных работ образуются следующие виды Pt-содержащих отходов:

1. Маточный раствор после синтеза  $K_2PtCl_6$ ;
2. Маточный раствор после синтеза  $H_2Pt(OH)_6$ ;
3. Промывные воды с содержанием платины 5–500 мг/л;
4. Бумажные отходы.

Цель данной работы заключается в разработке методики комплексной переработки платиносодержащих лабораторных остатков, в том числе маточных и промывных растворов различной концентрации; а также переработка сухих отходов, содержащих платину.

Извлечение платины из промышленных растворов (отходы № 1, 2 и 3) объединили в одну группу, т.к. принципиально метод их переработки одинаковый.

Существует классическая схема извлечения платины из лабораторных остатков муравьиной кислотой при длительном нагревании при температуре 80–90 °С [1]. При этом образующаяся платиновая чернь плохо фильтруется и медленно осаждается. В некоторых случаях наблюдается эффект «серебряного зеркала». Кроме того, для количественного осаждения выделение платины необходимо вести в присутствии дорогостояще-

Таким образом, установлено, что степень окисления AgNs зависит как от концентрации цитрата, так и от способа возбуждения раствора (Т или  $h\nu$ ). Выявлено, что дополнительное возбуждение золя Ag и введение стабилизирующей добавки препятствует агломерации частиц.

го уксуснокислого натрия [2].

В данной работе исследована возможность извлечения платины из щелочных растворов ее комплексных солей гидразин-гидратом. Восстановление проводили в течение 10–15 мин. при температуре 50–60 °С. Исследования показали, что платина количественно восстанавливается из щелочного раствора ее комплексов. Образующийся порошок хорошо осаждается и промывается как декантацией, так и фильтрованием.

Основная часть бумажных отходов (№4) образуется при проливе платиносодержащих растворов, а также при сборе капель уноса с внутренних стен вытяжного шкафа. В связи с особенностями технологического цикла платинирования, кроме платины, в бумажных отходах содержится большое количество щелочи NaOH, а также продуктов коррозии нержавеющей стали, а именно, солей железа, никеля, хрома, меди, марганца.

Классическая схема извлечения платины из бумажных отходов, сводится к их отжигу при температуре 850–900 °С в течение часа, и к последующему длительному кипячению полученного отожженного порошка в царской водке. При этом неизбежен переход в раствор практически всех сопутствующих неблагородных металлов.

Исследования показали, что для нашей технологической цепочки данная схема не применима. Во-первых, большое количество щелочи приводит к повышенному расходу кислоты на ее